

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11205276 A**

(43) Date of publication of application: 30 . 07 . 99

(51) Int. Cl.

H04J 11/00(21) Application number: **10009070**

(22) Date of filing: 20 . 01 . 98

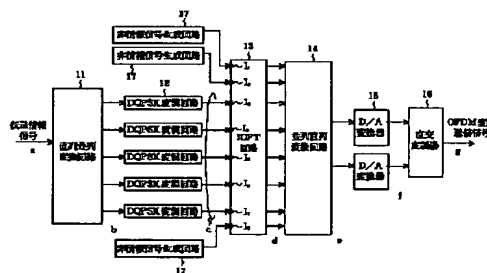
(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**(72) Inventor:
**MIZOGUCHI MASATO
ENOMOTO SEIJI
KIZAWA TAKESHI
KUMAGAI TOMOAKI
TAKANASHI HITOSHI**(54) **MULTI-CARRIER MODULATOR**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To avoid the effect of a DC offset of an analog circuit and to reduce a peak of an amplitude of an OFDM wave by avoiding the use of a sub carrier including a DC component of a base band modulation signal that is significantly deteriorated in the presence of the DC offset for transmission of information.

SOLUTION: A transmission information signal (a) is given to a serial parallel, conversion circuit 1. Then a parallel output signal (b) of the serial parallel conversion circuit 11 is given to differential coding DQPSK modulation circuits 12, where the signal is differential-coded and mapped on a QPSK signal respectively. Each signal (c) is given to input terminals 13-11 of an IDFT circuit 13 for sub carrier used for transmission of information. Non-information signals generated by non-information signal generating circuits 17 are given to input terminals 11, 12, 18 of the IDFT circuit 13 for sub carriers not used for transmission of information.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-205276

(43) 公開日 平成11年(1999) 7 月30日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 J 11/00

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-9070

(22) 出願日 平成10年(1998) 1 月20日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 溝口 匡人

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 榎本 清司

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 鬼沢 武

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

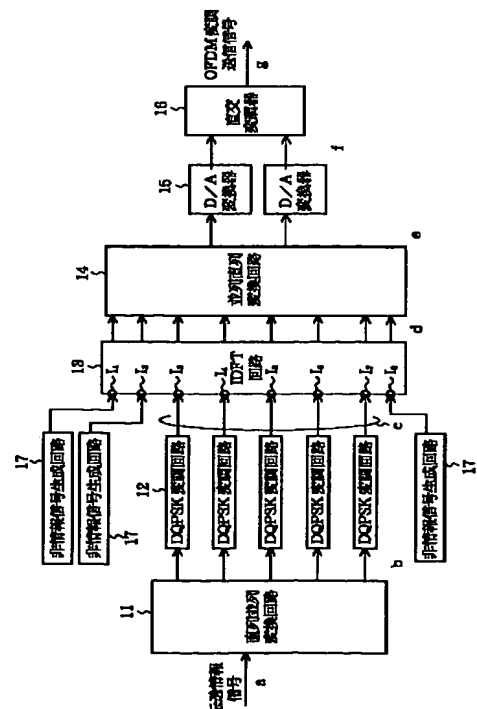
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチキャリア変調装置

(57) 【要約】

【課題】 ベースバンド変調信号が直流成分を含むサブキャリアの変調波はアナログ回路の直流オフセットの影響を受け易い。

【解決手段】 直流成分を含むサブキャリアは情報伝送に使用せず、直流成分を含むサブキャリアの入力端子には、非情報信号を生成して入力する。このとき、OFDM変調信号のピーク振幅が最小となるように非情報信号を生成することもできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報信号から生成された複数の線形ベクトル変調信号をそれぞれ入力する複数の入力端子と、この複数の入力端子からそれぞれ入力された前記複数の線形ベクトル変調信号をそれぞれ逆離散フーリエ変換する手段と、この逆離散フーリエ変換する手段の出力からOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)変調された送信信号を得る直交変調手段とを備えたマルチキャリア変調装置において、前記複数の入力端子の一部を情報信号の伝送に用いずにこの一部の入力端子に非情報信号を入力する手段を備えたことを特徴とするマルチキャリア変調装置。

【請求項2】 前記一部の入力端子は、前記逆離散フーリエ変換する手段の出力信号が直流成分を含む信号となる情報信号が入力される入力端子を含む請求項1記載のマルチキャリア変調装置。

【請求項3】 逆離散フーリエ変換する手段は複数であり、前記入力端子に入力される情報信号を含む複数の線形ベクトル変調信号をそれぞれ前記逆離散フーリエ変換する手段に分岐する手段を備え、前記非情報信号は、この複数の逆離散フーリエ変換する手段についてそれぞれ異なる非情報信号であり、前記送信信号のピーク振幅が最小になる前記複数の逆離散フーリエ変換する手段の出力を選択する手段を備えた請求項1または2記載のマルチキャリア変調装置。

【請求項4】 逆離散フーリエ変換する手段は1個であり、前記非情報信号を発生する手段は、前記複数の線形ベクトル変調信号に対応してあらかじめ前記非情報信号のパターンが設定された記憶テーブルを含む請求項1または2記載のマルチキャリア変調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は直交マルチキャリア変調を用いた無線通信に利用する。特に、マルチパスフェージング環境下で安定に高速の無線通信を行うために用いるマルチキャリア変調方式の変調装置の実現技術に関する。本発明はOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)変調信号を生成する装置に利用するに適する。

【0002】

【従来の技術】伝送速度の高い無線通信を行う場合には、シンボル周期が短くなるのに伴い、マルチパス遅延波の影響が大きくなり受信信号品質は劣化する。この劣化を補償するためには等化器の適用が代表的であるが、遅延波の到達時間が大きくなると等化器の処理量は指数関数的に増加するため、等化できる遅延量は数シンボル程度までが現実的である。それ以上のシンボルに亘るマルチパス遅延波が存在する場合には伝送情報信号を複数の搬送波に分割して変調を行うマルチキャリア変調を行

うことが有効である。マルチキャリア変調にはIDFT(逆離散フーリエ変換:Inverse Discrete Fourier Transform)回路を用いて複数の直交関係にあるサブキャリアに一括変調を行うOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)変調方式が代表的である。

【0003】図6に従来のOFDM変調装置の要部ブロック構成を示す。図6は八つのサブキャリアを用い、各サブキャリアは線形ベクトル変調信号である差動符号化QPSK変調を行う場合の回路構成例である。図6において伝送情報信号aは直列並列変換回路11に入力される。その後、直列並列変換回路11の並列出力信号bはそれぞれ差動符号化QPSK変調回路12に入力され差動符号化後QPSK信号へのマッピングが行われる。差動符号化QPSK変調回路12から出力される信号cはIDFT回路13に入力され、八つのサブキャリア上へのベクトル変調が一括して行われる。

【0004】IDFT回路13から出力される信号dは並列直列変換回路14により並列直列変換され、ベースバンド変調信号eとなる。デジタル信号であるベースバンド変調信号eはデジタル・アナログ(以下D/Aと記す)変換器15によってアナログベースバンド信号fに変換され、直交変調器16により無線周波数搬送波上に変調されたOFDM変調送信信号gとなり送信される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】マルチキャリア変調方式は伝送情報信号を複数のサブキャリアに分割して変調を行った複数の変調波の合成波であるので変調波の振幅変動が大きい。すなわち、変調波のピーク振幅は平均振幅値よりサブキャリア数倍大きい値を取り得るため、送信電力増幅器などのアナログ回路の線形性に対する要求が厳しい。

【0006】また、1サブキャリアあたりの電力は総送信電力のサブキャリア数分の1であるので、ベースバンド変調信号が直流成分を含むサブキャリアの変調波はD/A変換器や直交変調器などの直流オフセットの影響を受け易い。これは受信器の直交検波器やアナログ・デジタル(以下A/Dと記す)変換器についても同様である。

【0007】本発明は、このような背景に行われたものであって、アナログ回路の直流オフセットの影響を回避することができるマルチキャリア変調装置を提供することを目的とする。本発明は、OFDM変調波のピーク振幅を低減可能なマルチキャリア変調装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】送信器のD/A変換器や直交検波器、受信器の直交検波器やA/D変換回路などのアナログ回路の不完全性により生じる直流オフセット成分はOFDM変調のサブキャリアのうちベースバンド

変調信号が直流成分を含むサブキャリアにのみ影響を与える。すなわち、ベースバンド変調信号が直流成分を含むサブキャリアは直流オフセットの存在により大きく劣化し、他のサブキャリアは直流オフセット成分の影響を受けない。したがって、本発明では、ベースバンド変調信号の直流成分を含むサブキャリアを情報伝送に使用しないことを最も主要な特徴とする。

【0009】一部のサブキャリアを情報伝送に用いない場合には、情報伝送に用いないサブキャリアに相当するIDFT回路の入力端子に情報信号を含まない信号を入力すればよい。また、情報伝達に用いないサブキャリアを積極的に利用すれば、OFDM変調送信信号のピーク振幅を低減することが可能となる。

【0010】本発明では、直流オフセット成分の影響を回避するとともに情報伝送に用いないサブキャリアに適切な信号を加えてOFDM変調送信信号のピーク振幅を低減することを特徴とする。

【0011】すなわち、本発明はマルチキャリア変調装置であって、情報信号から生成された複数の線形ベクトル変調信号をそれぞれ入力する複数の入力端子と、この複数の入力端子からそれぞれ入力された前記複数の線形ベクトル変調信号をそれぞれ逆離散フーリエ変換する手段と、この逆離散フーリエ変換する手段の出力からOFDM変調された送信信号を得る直交変調手段とを備えたマルチキャリア変調装置である。本発明の特徴とするところは、前記複数の入力端子の一部を情報信号の伝送に用いずにこの一部の入力端子に非情報信号を入力する手段を備えたところにある。前記一部の入力端子は、前記逆離散フーリエ変換する手段の出力信号が直流成分を含む信号となる情報信号が入力される入力端子を含むことが望ましい。これにより、アナログ回路の直流オフセットの影響を回避することができる。

【0012】さらに、逆離散フーリエ変換する手段は複数であり、前記入力端子に入力される情報信号を含む複数の線形ベクトル変調信号をそれぞれ前記逆離散フーリエ変換する手段に分岐する手段を備え、前記非情報信号は、この複数の逆離散フーリエ変換する手段についてそれぞれ異なる非情報信号であり、前記送信信号のピーク振幅が最小になる前記複数の逆離散フーリエ変換する手段の出力を選択する手段を備えた構成とすることにより、アナログ回路の直流オフセットの影響を回避することができるとともに、出力されるOFDM変調送信信号のピーク振幅を低減させることができる。

【0013】あるいは、逆離散フーリエ変換する手段は1個であり、前記非情報信号を発生する手段は、前記複数の線形ベクトル変調信号に対応してあらかじめ前記非情報信号のパターンが設定された記憶テーブルを含む構成とすることにより、アナログ回路の直流オフセットの影響を回避することができるとともに、出力されるOFDM変調送信信号のピーク振幅を低減させることができ

る。

【0014】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態を図1、図2、図4を参照して説明する。図1は本発明第一実施例のマルチキャリア変調装置の要部ブロック構成図である。図2は本発明第二実施例のマルチキャリア変調装置の要部ブロック構成図である。図4は本発明第三実施例のマルチキャリア変調装置の要部ブロック構成図である。

【0015】本発明は、図1に示すように、情報信号から生成された複数の線形ベクトル変調信号である差動符号化QPSK変調信号をそれぞれ入力する入力端子 $I_1 \sim I_8$ と、この入力端子 $I_1 \sim I_8$ からそれぞれ入力された前記複数の差動符号化QPSK変調信号をそれぞれ逆離散フーリエ変換する手段であるIDFT回路13と、このIDFT回路13の出力からOFDM変調された送信信号を得る直交変調手段である直交変調器16とを備えたマルチキャリア変調装置である。

【0016】本発明第一実施例は、入力端子 I_1 、 I_2 、 I_8 を情報信号の伝送に用いずに、入力端子 I_1 、 I_2 、 I_8 に非情報信号を入力する手段である非情報信号生成回路17を備えている。このとき、入力端子 I_1 、 I_2 、 I_8 は、IDFT回路13の出力信号が直流成分を含む信号となる情報信号が入力される入力端子 I_3 を含む。この非情報信号は任意であり、例えば、振幅零のベクトル信号である場合や、任意の符号を差動符号化QPSK変調した信号である場合などが考えられる。

【0017】本発明第二実施例は、図2に示すように、複数のIDFT回路13-1~13-Nを備え、入力端子 $I_3 \sim I_7$ に入力される情報信号を含む複数の差動符号化QPSK変調信号をそれぞれ複数のIDFT回路13-1~13-Nに分岐し、前記非情報信号は、この複数のIDFT回路13-1~13-Nについてそれぞれ異なる非情報信号であり、前記送信信号のピーク振幅が最小になるIDFT回路13-1~13-Nの出力を選択する手段である選択回路19を備える。

【0018】本発明第三実施例は、図4に示すように、1個のIDFT回路13と、前記非情報信号を発生する手段である非情報信号生成回路18とを備え、前記複数の差動符号化QPSK変調信号に対応してあらかじめ前記非情報信号のパターンが設定された記憶テーブル20を含む。

【0019】

【実施例】（第一実施例）本発明第一実施例を図1を参照して説明する。図1に示す本発明第一実施例のマルチキャリア変調装置では、入力端子 $I_1 \sim I_8$ に入力される八つのサブキャリアのうち、入力端子 I_1 、 I_2 、 I_8 に入力される三つのサブキャリアは情報伝送に用いず、入力端子 $I_3 \sim I_7$ に入力される五つのサブキャリアを差動符号化QPSK変調を行い情報伝送に用いる場

10

20

30

40

50

合の回路構成例である。

【0020】図1において伝送情報信号aは直列並列変換回路11に入力される。その後、直列並列変換回路11の並列出力信号bはそれぞれ差動符号化QPSK変調回路12に入力され差動符号化後QPSK信号へのマッピングが行われる。差動符号化QPSK変調回路12から出力される信号cは、IDFT回路13のうち情報伝送に用いるサブキャリアに相当する入力端子 $I_3 \sim I_7$ に入力される。

【0021】IDFT回路13のうち情報伝送に用いないサブキャリアに相当する入力端子 I_1 、 I_2 、 I_8 には非情報信号生成回路17により生成された非情報信号が入力される。

【0022】IDFT回路13では八つのサブキャリア上へのベクトル変調が一括して行われ、IDFT回路13から出力される信号dを得る。IDFT回路13から出力される信号dは並列直列変換回路14により並列直列変換され、ベースバンド変調信号eとなる。デジタル信号であるベースバンド変調信号eはD/A変換器15によってアナログベースバンド信号fに変換され、直交変調器16により無線周波数搬送波上に変調されたOFDM変調送信信号gとなり送信される。

【0023】このように本発明第一実施例では、直流成分が含まれるサブキャリアを用いないことにより、アナログ回路の直流オフセットの影響を回避できる。

【0024】（第二実施例）本発明第二実施例を図2および図3を参照して説明する。図2は本発明第二実施例の選択回路19の動作を示すフローチャートである。本発明第二実施例は、本発明第一実施例と同様に、入力端子 $I_1 \sim I_8$ に入力される八つのサブキャリアのうち、入力端子 I_1 、 I_2 、 I_8 に入力される三つのサブキャリアは情報伝送に用いず、入力端子 $I_3 \sim I_7$ に入力される五つのサブキャリアを差動符号化QPSK変調を行い情報伝送に用いる場合の回路構成例である。

【0025】図2に示すように、伝送情報信号aは直列並列変換回路11に入力される。その後、直列並列変換回路11の並列出力信号bはそれぞれ差動符号化QPSK変調回路12に入力され差動符号化後QPSK信号へのマッピングが行われる。

【0026】差動符号化QPSK変調回路12から出力される信号cは分岐され、N個設けたIDFT回路13-1~13-Nのうち情報伝送に用いるサブキャリアに相当する入力端子 $I_3 \sim I_7$ にそれぞれ入力される。N個設けたIDFT回路13-1~13-Nの情報伝送に用いないサブキャリアに相当する入力端子 I_1 、 I_2 、 I_8 には互いに異なる信号を生成する非情報信号生成回路17-1~17-Nによって生成された非情報信号が入力される。

【0027】N個設けたIDFT回路13-1~13-Nでは八つのサブキャリア上へのベクトル変調が一括し

て行われ、IDFT回路13-1~13-Nから出力される信号dをそれぞれ得る。N個のIDFT回路13-1~13-Nから出力された信号dはそれぞれ選択回路19に入力される。選択回路19はN個のIDFT回路13-1~13-Nから出力される信号dのうち直交変調器16から出力されるOFDM変調送信信号gのピーク振幅が最も小さくなるIDFT回路13-i（iは1~Nのいずれかの整数）から出力される信号dを選択して信号hを出力する。

【0028】選択回路19では、図3に示すように、IDFT回路13-1~13-Nの出力信号の振幅値を算出する（S1）。IDFT回路13-1~13-Nの出力信号は、同相成分（I）と直交成分（Q）の2次元ベクトルで出力されており、この二つの値より（ $I^2 + Q^2$ ）の平方根が振幅値となる。このようにしてIDFT回路13-1~13-Nのそれぞれについて最大となる振幅値であるピーク振幅値を算出する（S2）。その中から最小となるピーク振幅値を有するIDFT回路13-iの出力信号を選択する（S3）。これによりIDFT回路13-iから出力される最適な信号hが選択される。

【0029】信号hは並列直列変換回路14により並列直列変換され、ベースバンド変調信号eとなる。デジタル信号であるベースバンド変調信号eはD/A変換器15によってアナログベースバンド信号fに変換され、直交変調器16により無線周波数搬送波上に変調されたOFDM変調送信信号gとなり送信される。

【0030】本発明第二実施例により、OFDM変調送信信号のピーク振幅は従来方式に比べ低減することが可能であり、送信電力増幅器の線形領域を低電力にすることができることから、送信電力増幅器の低コスト化、および低消費電力化が可能である。また、ピーク振幅の低減は相互変調歪を低減することから隣接周波数への不要波レベルを低減する効果があるともいえる。

【0031】（第三実施例）本発明第三実施例を図4および図5を参照して説明する。図5は本発明第三実施例の非情報信号生成回路18の動作を示すフローチャートである。本発明第三実施例は、本発明第一および第二実施例と同様に、入力端子 $I_1 \sim I_8$ に入力される八つのサブキャリアのうち、入力端子 I_1 、 I_2 、 I_8 に入力される三つのサブキャリアは情報伝送に用いず、入力端子 $I_3 \sim I_7$ に入力される五つのサブキャリアを差動符号化QPSK変調を行い情報伝送に用いる場合の回路構成例である。

【0032】図4に示すように、伝送情報信号aは直列並列変換回路11に入力される。その後、直列並列変換回路11の並列出力信号bはそれぞれ差動符号化QPSK変調回路12に入力され差動符号化後QPSK信号へのマッピングが行われる。差動符号化QPSK変調回路12から出力される信号cはIDFT回路13のうち情

報伝送に用いるサブキャリアに相当する入力端子 $I_1 \sim I_7$ に入力される。

【0033】また、差動符号化QPSK変調回路12から出力される信号cは非情報信号生成回路18にも分岐入力される。非情報信号生成回路18は、直交変調器16から出力されるOFDM変調送信信号gのピーク振幅が小さくなるように、IDFT回路13のうち情報伝送に用いないサブキャリアに相当する入力端子 I_1 、 I_2 、 I_3 に入力する非情報信号生成回路18から出力される非情報信号jを生成する。

【0034】本発明第三実施例では、非情報信号生成回路18は、全ての差動符号化QPSK変調回路12から出力される信号cの信号パターンに対応し、非情報信号生成回路18から出力される最適な非情報信号jがあらかじめ書込まれた記憶テーブル20を備え、解析された信号パターンに対応する最適な非情報信号jをこの記憶テーブル20から検索して読出すことにより、非情報信号jの生成を行う。この記憶テーブル20はROMにより実現することができる。

【0035】非情報信号生成回路18では、図5に示すように、差動符号化QPSK(DQPSK)変調信号の信号パターンを識別する(S11)。この信号パターンの識別は、当該信号パターンがあらかじめ記憶テーブル20に書込まれている信号パターンのいずれに相当するのかを比較判定することにより行われる。その識別結果にしたがって、記憶テーブル20に書込まれている複数の非情報信号の中から最適な非情報信号の候補を選択する(S12)。このようにして選択された非情報信号を図4に示す非情報信号jとして出力する。

【0036】IDFT回路13では八つのサブキャリア上へのベクトル変調が一括して行われ、IDFT回路13から出力される信号dを得る。IDFT回路13から出力される信号dは並列直列変換回路14により並列直列変換され、ベースバンド変調信号eとなる。デジタル信号であるベースバンド変調信号eはD/A変換器15によってアナログベースバンド信号fに変換され、直交変調器16により無線周波数搬送波上に変調されたOFDM変調送信信号gとなり送信される。

【0037】本発明第三実施例では、OFDM変調送信信号gのピーク振幅は従来方式に比べ低減することが可能であり、送信電力増幅器の線形領域を低電力にすることができることから、送信電力増幅器の低コスト化、および低消費電力化が可能となる。また、ピーク振幅の低減は相互変調歪を低減することから隣接周波数への不要波レベルを低減する効果があるとも言える。

【0038】本発明第三実施例は、サブキャリア数が小さく、図2に示す本発明第二実施例の非情報信号生成回路17-1~17-Nにおいて差動符号化QPSK変調回路12から出力される信号cの信号パターンの組合わ*

*せ数が少ない場合に適用することができる。本発明第三実施例は、本発明第二実施例と比較してハードウェア構成を単純化することができる。

【0039】本発明第一〜第三実施例は、線形ベクトル変調信号として差動符号化QPSK変調信号を用いて説明したが、この他にも線形ベクトル変調信号として8PSKや16QAMなどの各種変調方式を適用することができる。

【0040】

10 【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、アナログ回路の直流オフセットの影響を回避することができる。これにより、従来技術による場合に必要となるアナログ回路の個別調整の必要が少なくできる。また、OFDM変調送信信号のピーク振幅を低減させることができる。これにより、送信電力増幅器の線形領域を低電力にすることができることから、送信電力増幅器の低コスト化、および低消費電力化が可能となる。また、ピーク振幅の低減は相互変調歪を低減することから隣接周波数への不要波レベルを低減させることができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第一実施例のマルチキャリア変調装置の要部ブロック構成図。

【図2】本発明第二実施例のマルチキャリア変調装置の要部ブロック構成図。

【図3】本発明第二実施例の選択回路の動作を示すフローチャート。

【図4】本発明第三実施例のマルチキャリア変調装置の要部ブロック構成図。

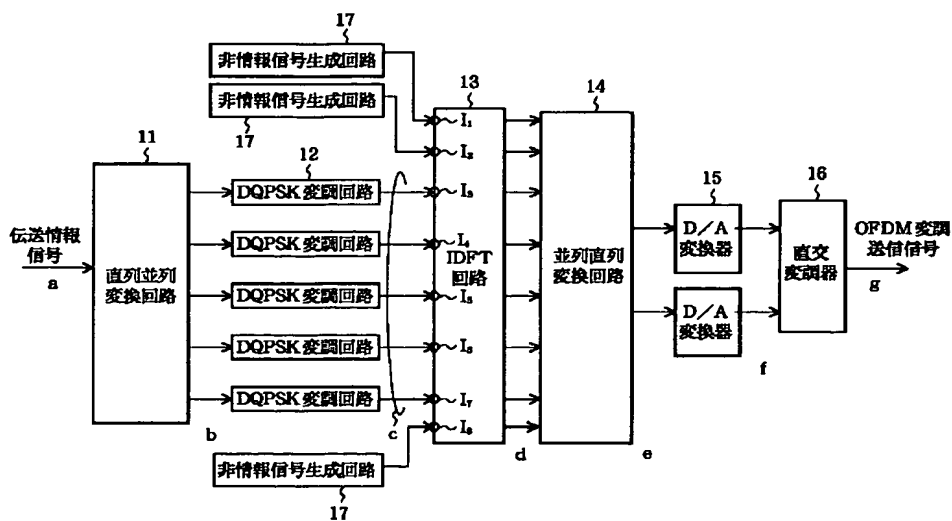
30 【図5】本発明第三実施例の非情報信号生成回路の動作を示すフローチャート。

【図6】従来のOFDM変調装置の要部ブロック構成図。

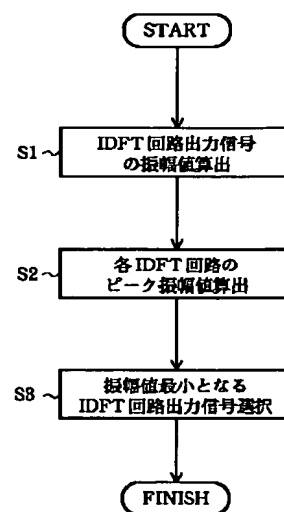
【符号の説明】

- 11 直列並列変換回路
- 12 差動符号化QPSK変調回路
- 13、13-1~13-N IDFT回路
- 14 並列直列変換回路
- 15 D/A変換器
- 16 直交変調器
- 40 17、17-1~17-N、18 非情報信号生成回路
- 19 選択回路
- 20 記憶テーブル
- a 伝送情報信号
- b 並列出力信号
- c、d、h 信号
- e ベースバンド変調信号
- f アナログベースバンド信号
- g OFDM変調送信信号
- j 非情報信号

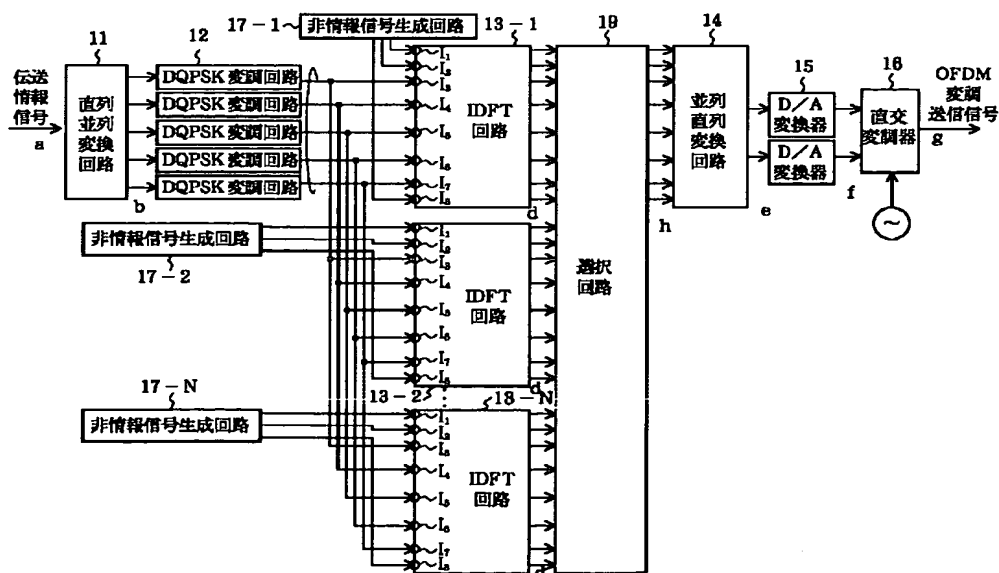
【図 1】



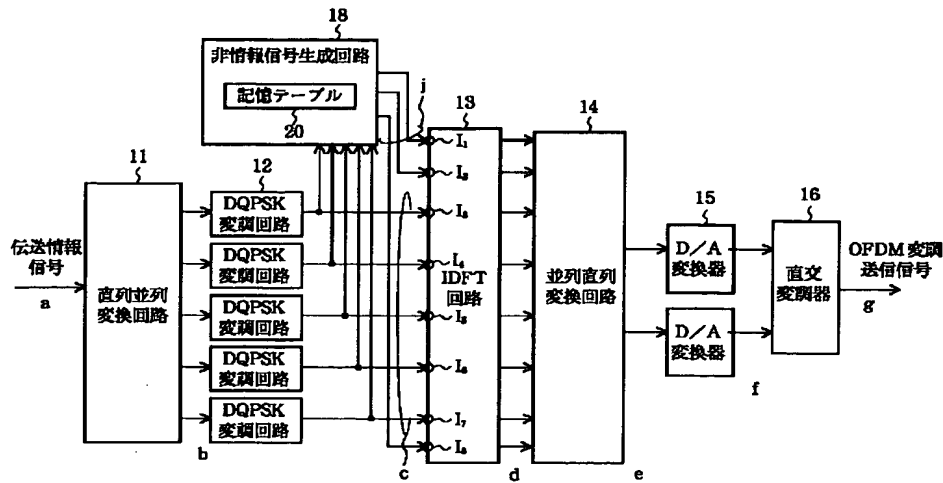
【図 3】



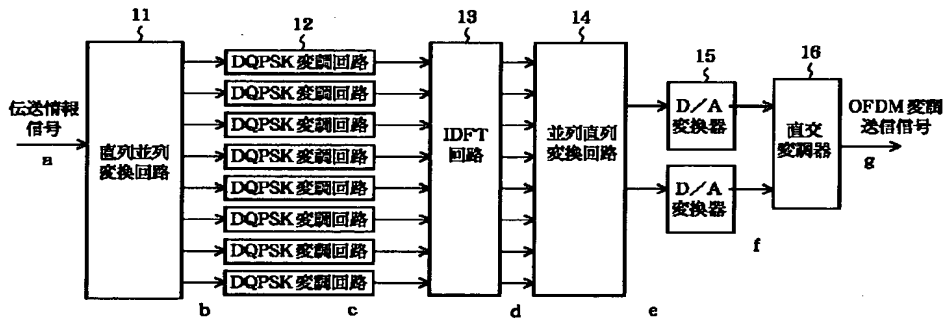
【図 2】



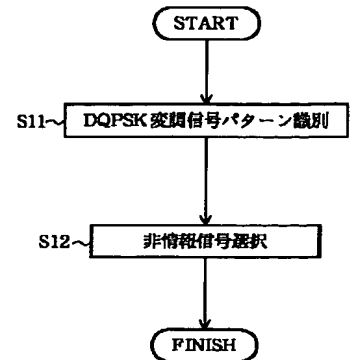
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 熊谷 智明
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 高梨 斉
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内